Aus der Abteilung Physiologische Ökologie am Institut für Biologie III (Lehrstuhl Zoophysiologie) der Universität Tübingen

Nektar-Lecken beim afrikanischen Langzungen-Flughund *Megaloglossus woermanni* Pagenstecher, 1885

von

ERWIN KULZER

Einleitung

Die Langzungen-Flughunde (Macroglossinae — Pteropodidae) gehören zu den kleinsten Arten unter den Flughunden; sie besitzen einen auffallend schmalen Kopf und eine lange, weit vorstreckbare Zunge. An der Zungenspitze befinden sich zahlreiche haarartige, nach rückwärts gerichtete Papillen (Eisentraut 1956). Die Langzungen-Flughunde sind Blütenbesucher und bilden in den Altwelttropen das ökologische Äquivalent zu den neuweltlichen Langzungen-Vampiren (Glossophaginae — Phyllostomatidae). In beiden Unterordnungen der Chiropteren haben sich somit hochspezialisierte Blütenbesucher entwickelt, die sich vom Nektar und Pollen der nachtblühenden und stark duftenden Fledermausblumen ernähren und dabei die Bestäubung durchführen.

Die Langzungen-Flughunde der Gattungen *Eonycteris* und *Macroglossus* sind im indoaustralischen Raum weit verbreitet; über ihre Beziehungen zu verschiedenen Blütenpflanzen liegen zahlreiche Freilandbeobachtungen vor (Zusammenfassung bei Eisentraut 1945, Start 1974, Gould 1978). Über den kleinsten Vertreter dieser Flughunde, *Megaloglossus woermanni*, der als einziger Vertreter der Unterfamilie in den Regenwaldgebieten von Westafrika bis Uganda verbreitet ist, gibt es dagegen nur wenige Beobachtungen (Rosevear 1965, Brosset 1966 a, b). Eisentraut (1956) hat durch den bei Magenuntersuchungen aufgefundenen Pollen erstmals den Nachweis für den Blütenbesuch erbracht; am Kamerunberg (1963) beobachtete er *Megaloglossus* beim Besuch von *Kigelia*-Blüten. Happold & Happold (1978) und Coe (1975) beschrieben als Habitat im tropischen Regenwald den Bereich der oberen und mittleren Baumkronen. Ayensu (1974) zählte *Megaloglossus* auf Grund zahlreicher morphologischer Merkmale zu den perfekten Nektartrinkern. *Megaloglossus* ist danach nicht nur der Zwerg unter den Flughunden (kleiner als 70 mm), sein Kopf ist extrem lang (25–29 mm) und eignet sich zum Eintauchen in Blütenkelche.

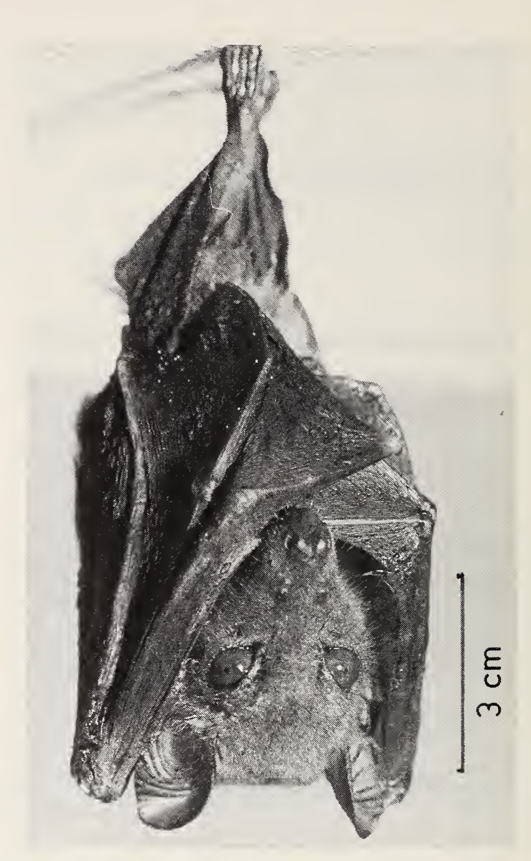


Abb. 1: *Megaloglossus woermanni*.

Zwei dieser kleinen Flughunde konnten wir (Kulzer & Storf 1980) unter Laborbedingungen 14 Tage lang in gutem Zustand halten und dabei ihre Temperaturregulation untersuchen. Gleichzeitig gelangen Filmaufnahmen beim Trinken von Honigwasser. Sie werden hier im Zusammenhang mit der Oberflächenanatomie der Zunge dargestellt und mit den entsprechenden Strukturen von *Glossophaga soricina*, einem Blumenvampir, verglichen.

Für den Fang der wertvollen Tiere und den mühsamen Transport danke ich Herrn Prof. Dr. W. Harder, für unersetzliche Hilfe beim Fang den Mitarbeitern im Laboratoire Intertropical du C.N.R.S., Makokou, Rép. Gabonaise. Herrn Dr. H. Erkert danke ich für die Überlassung der fixierten *Glossophaga soricina*, die in Columbien gefangen wurden.

Material und Methoden

Fünf Langzungen-Flughunde (*Megaloglossus woermanni*) wurden im September 1978 im Regenwaldgebiet von Makokou (Gabun) mit Netzen gefangen. Zwei ♀♀ konnten lebend nach Tübingen gebracht werden. Hier wurden sie zwei Wochen lang

in einem Käfig (60 × 50 × 50 cm) in guter Kondition gehalten. Zu Beginn der Untersuchungen betrug ihr Gewicht 11,4 und 13,4 g. Als Futter erhielten die Tiere Honig- oder Zuckerwasser aus der Pipette oder aus einer Vogeltrinkröhre. Auch fein geschabter Bananenbrei wurde aufgeleckt und gekaut, das Fasermaterial jedoch stets wieder ausgespuckt. Die Tiere wurden bei der Nahrungsaufnahme beobachtet und fotografiert. Mit Hilfe einer Nizo-S 80 wurde das Auflecken von Honigwasser von der Pipette und das Trinken aus einem Reagenzglas (Innendurchmesser 8,6 mm) mit 24 und 54 Bildern/Sek. gefilmt. Die Analyse der Zungenbewegungen erfolgte mit dem Filmbetrachter oder durch Stillstandprojektion. Die Einzelbilder wurden nachgezeichnet. Die Untersuchung der Oberflächenanatomie der Zunge erfolgte mit dem Zeiss-Stereomikroskop III; alle topographischen Aufnahmen wurden mit dem Zeiss-Tessovar und einer Contax RTS gemacht.

Ergebnisse

Oberflächenanatomie der Zunge

Die Zunge von *Megaloglossus* liegt in einer Gleitbahn zwischen den Eckzähnen und einer rinnenartigen Vertiefung des vorderen Unterkiefers. Die Filmaufnahmen haben gezeigt, daß beim Lecken das Maul nur zu einem schmalen Spalt geöffnet wird, um den Rückfluß der Nahrung zu verhindern.

Die in 70 %igem Alkohol fixierte Zunge ist von der Spitze bis zum Schlund etwa 22 mm lang. In der Spitzenzone stehen beidseitig auf einer Länge von 6–7 mm dünne Haarpapillen (Papillae filiformes). Die unmittelbar an der Spitze gelegenen Papillen sind dorsalwärts, die nachfolgenden Reihen aber dorso-medianwärts ausgerichtet. Sie überkreuzen sich mit den Spitzen vielfach in der Medianlinie (Abb. 2 a, 3 a). Der Abstand zwischen den Haarpapillen variiert; er beträgt meist weniger als 0,2 mm (gemessen an den parallel stehenden Papillen an der Seite der Zungenspitze). Die Haarpapillen stehen auf dem Zungenrücken zu beiden Seiten in je 8–15 Reihen und ragen mit ihren Spitzen bis nahe an die Medianlinie oder überragen diese noch (Abb. 4 b). Ihre Winkelstellung variiert: Im mittleren Bereich beträgt der Winkel zur Medianlinie annähernd 60°. An der Zungenspitze ist die Basis der Papillen etwa 0,2 mm breit. Bis zu ihrer Spitze erreichen sie eine Länge von 0,7 mm. Die seitlichen Haarpapillen sind an ihrer Basis ebenfalls abgeflacht; ihr langer Schaft ist aber geknickt. An der Seite zeigt die Zungenspitze eine scharfe Grenze zwischen der glatten Schleimhaut des Zungenbodens und den im spitzen Winkel nach rückwärts gerichteten Haarpapillen. In der Medianlinie der Zunge ist eine geringe Vertiefung erkennbar. Im letzten Drittel der Zungenspitze werden die Haarpapillen kürzer und verschwinden gegen die Seitenlinie der Zunge schließlich ganz. In ihrer Gesamtheit bilden die Haarpapillen ein filzartiges Polster, dessen Haare (in der Mehrzahl) rückwärts ausgerichtet sind. Dies ist an den Präparaten besonders gut zu sehen, wenn die Zungenoberfläche abtrocknet und die Zwi-

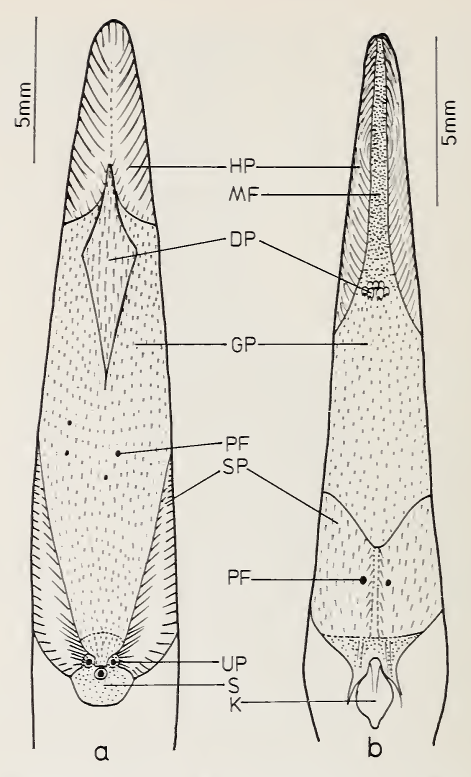


Abb. 2: Schematische Darstellung der Papillenfelder auf dem Zungenrücken von (a) *Megaloglossus woermanni* und (b) *Glossophaga soricina*. Zum Vergleich sind beide Zungen in gleicher Größe gezeichnet. Die Striche geben die Ausrichtung der Haarpapillen an der Spitze, der 3- und 2gezackten Papillen (Rautenfeld) und der spitzen Papillen am Zungengrund an. Bei *Glossophaga* sind die großen 2gezackten Papillen direkt gezeichnet. — HP = Haarpapillen, MF = Medianfurche, DP = 3- oder 2gezackte Papillen, GP = schuppenförmige Papillen (gefranst), PF = pilzförmige Papillen, SP = spitze Papillen, UP = umwallte Papillen, S = Schlundeingang, K = Kehlkopfeingang.

schenräume flüssigkeitsfrei werden. Tränkt man die Papillen mit einem Wassertropfen, so füllen sich die Zwischenräume schlagartig wie ein Schwamm. Es ist anzunehmen, daß die Nektaraufnahme an der Zungenspitze auf diese Wiese erfolgt. Bei der Rückholbewegung der Zunge muß die Flüssigkeit wieder ausgepreßt werden. Dies geschieht vermutlich gegenüber dem Gaumen.

Auf Höhe der letzten Haarpapillen stehen in einem rautenförmigen Feld 40–50 drei- und zweifach gezackte Hornpapillen (Abb. 2 a, 3 a, 4 c, 4 d). Etwa 12 davon sind besonders groß; in der Medianlinie erreichen sie eine Breite von etwa 0,4 mm. Die größte Breite des rautenförmigen Feldes beträgt 1,5 mm. Alle Zacken dieser Papillen sind dorsalwärts zum Zungen-

grund gerichtet. Sie haben wahrscheinlich die Aufgabe, den Rückstrom der Nahrung zu verhindern. Das Feld der dreigezackten Papillen ist von allen Seiten her durch kleinere aber sehr kompakte, meiste zweigezackte oder gefranste Hornpapillen eingeschlossen (Abb. 2 a, 3 a, 4 d). In ihrer Gesamtheit gleichen diese Papillen einem Schuppenkleid. Sie reichen seitlich bis an die Grenze der Schleimhaut und auf dem Zungenrücken bis knapp vor den Schlundeingang. In der Mitte des Zungenrückens sind diese Papillen nach dem Muster von Dachziegeln angeordnet; sie stehen zueinander auf Lücke und überragen mit ihren Fransen die jeweils nachfolgenden Papillen.

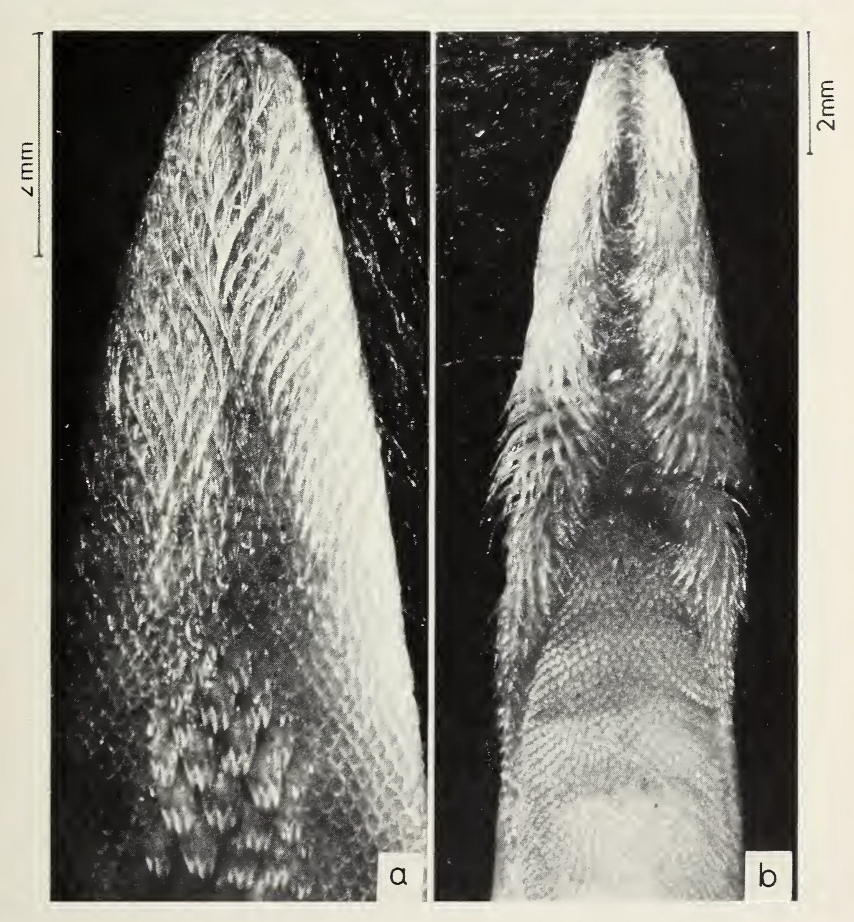


Abb. 3: Zungenspitze von *Megaloglossus woermanni* (a) und *Glossophaga soricina* (b). Die Zone der Haarpapillen ist in gleicher Größe dargestellt. Bei dem Flughund ist die Medianfurche nur sehr schwach ausgeprägt. Bei der Fledermaus sind die Haarpapillen nach beiden Seiten gescheitelt. Bei beiden Arten schließen die 3- und 2gezackten Papillen die Spitzenregion dorsalwärts ab. Anschließend beginnt das Schuppenmuster.

Einzige Unterbrechung sind die wenigen pilzförmigen Papillen (Papillae fungiformes) knapp hinter der Zungenmitte. Letztere besitzen einen runden Querschnitt und tragen keine Fransen.

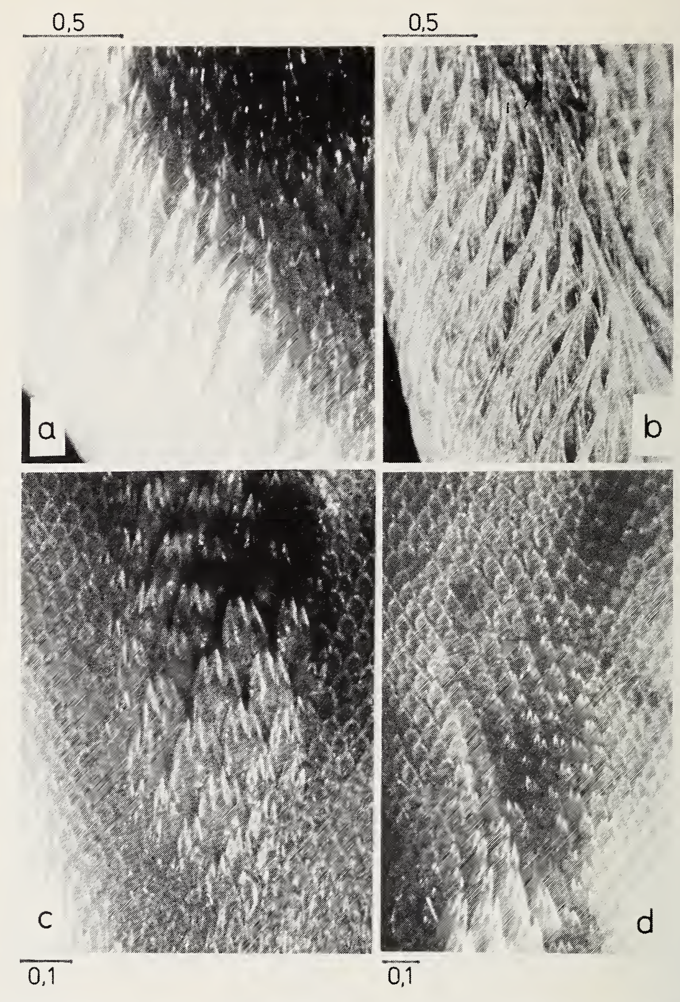


Abb. 4: Papillenmuster von *Megaloglossus*. (a) Spitze Papillen am Seitenrand des Zungenrückens; sie sind fleischig und ragen von beiden Seiten gegen die Schlundöffnung. (b) Haarpapillen an der rechten Seite der Zungenspitze. Die haarförmigen Fortsätze legen sich in jeder Papillenreihe aneinander und ragen gegen die Medianlinie der Zunge. Der dichte Filz der Haarpapillen ist zu erkennen. (c) Dreigezackte Papillen im median liegenden Rautenfeld. Sie sind von den schuppenförmigen Papillen allseitig eingeschlossen. Ihre Fransen weisen dorsalwärts. (d) Am unteren Bildrand sind noch die dreigezackten Papillen zu sehen; daran schließen zweigezackte und schließlich die schuppenförmigen Papillen an; letztere bilden eine typische Musterung. Maßstab in mm.

Etwa 12 mm vor dem Schlund beginnen zu beiden Seiten der Zunge Felder mit spitzen Papillen (Abb. 2 a, 4 a), die zunächst gegen den Zungenrükken gerichtet sind. Vor dem Schlund stellen sie sich gegen die Öffnung und kreisen sie von der Seite her ein. Die spitzen Papillen fassen von beiden Seiten her das mediane Papillenfeld ein (maximal 2 mm breit) und bilden mehrere Kammreihen (Abb. 4 a). Sie erreichen eine Länge bis zu 0,5 mm. Auch diese Papillen dürften eine Sperrfunktion gegen rückfließende Nahrung ausüben.

Das Mittelfeld der Papillen geht unmittelbar vor dem Schlundeingang in spitze oder stumpfe kegelförmige Papillen über, die dann mit den seitlichen spitzen Papillen einen Wall um die großen umwallten Papillen (Papillae circumvallatae) bilden. Ein ununterbrochener großer Ringwall umgibt die dritte genau median gelegene umwallte Papille (Abb. 2 a). Ihr Durchmesser beträgt 0,3 mm.

Zungenbewegungen

Die Berührung der Mundspitze mit Honigwasser löste bei hungrigen Tieren sofort Leckbewegungen aus. Die Flughunde holten sich auf diese Weise nicht nur Einzeltropfen von der Pipettenspitze, sie leckten die Flüssigkeit auch aus einem kleinen Reagenzglas, durch das die Bewegungen der Zunge genau zu beobachten waren.

Abb. 5 zeigt schematisch die Bewegung der Zunge in 4 aufeinanderfolgenden Einzelbildern (24 B/s). Die gesamte Zeitspanne beträgt 167 ms; sie entspricht einer Eintauch- und Rückholbewegung der Zunge. Im ersten Filmbild ist die Spitze der Zunge gerade sichtbar; das zweite Bild zeigt die Zunge langgestreckt. Sie erreicht bereits den Rand der Flüssigkeit. Auf Bild 3 ist die Spitze deutlich rückwärts gekrümmt. In dieser Phase werden die Haarpapillen mit der Flüssigkeit beladen, denn auf dem 4. Bild ist bereits die Rückholbewegung im Gange. Auf dem nicht mehr dargestellten Bild 5 ist von der Zungenspitze nichts mehr zu sehen. In dieser Phase müßte bereits das Abpressen oder das Schlucken erfolgen. Die gestrichelte Linie zeigt den Spiegel des Honigwassers bei Bild 4. Mit der Rückbewegung der Zunge wird auch die Flüssigkeit an der Glaswand hochgezogen. Die Filmaufnahmen zeigen insgesamt eine große Variation der Leckbewegungen, die nur „genormt" ablaufen, solange der Flüssigkeitsspiegel leicht erreicht wird. Anschließend beleckt der Flughund auch noch die Innenwand des Glases, wobei die Zunge wie ein Wischlappen arbeitet. Die Filmaufnahmen zeigen ferner, daß das tiefe Flüssigkeitsniveau — ausgehend von einem randvollen Glas — mit 19 vollständigen Zungenbewegungen erreicht wird. Das entspricht etwa 2,6 Sekunden. Auf den 64 nachgezeichneten Filmbildern entfallen pro Zungenschlag durchschnittlich 3,4 Bilder (jeweils 142 ms). In einer Sekunde erfolgen somit 7 Zungenbewegungen. Das ebenfalls nach

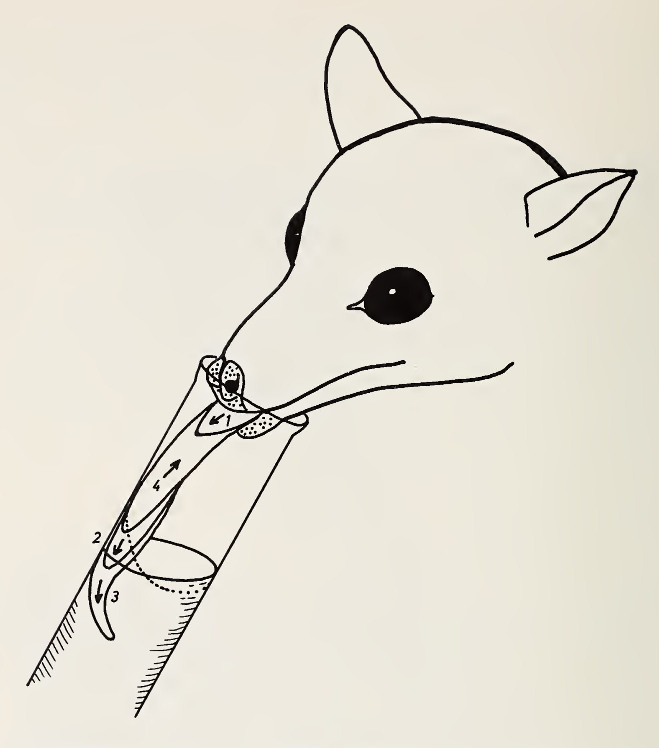


Abb. 5: Zungenbewegungen von *Megaloglossus* nach Filmaufnahmen (24 B/s); die Zunge wurde nach 4 aufeinanderfolgenden Filmbildern gezeichnet (1–4). Innendurchmesser des Trinkglases 8,7 mm (s. Text).

den Filmbildern ermittelte Volumen an aufgenommenem Honigwasser beträgt etwa 0,47 ml (für 19 Zungenschläge); pro Zungenbewegung werden 0,024 ml aus dem Glas entnommen, bei 7 Zungenschlägen in der Sekunde sind das 0,18 ml.

Mit einer in 70 %igem Alkohol fixierten Zunge wurde der Vorgang der Flüssigkeitsaufnahme durch die Zunge simuliert. Dazu wurde die zuvor abgetrocknete Zunge zu $^2/_3$ in Wasser getaucht, anschließend mit vorgewogenem Filterpapier abgetrocknet und durch Wägung die aufgesaugte Wassermenge ermittelt. Je nach Eintauchtiefe hielt die Zunge mit ihren Papillen 8–25 mg Wasser fest. Durch den filzartigen Papillenbelag kann somit eine beträchtliche Flüssigkeitsmenge aufgenommen werden.

Die Leckbewegungen lassen sich besonders gut mit einer Pipette auslösen. In Abb. 6 sind die nachgezeichneten Bilder einer Leckbewegung (54 B/s) dargestellt. Die Ziffern an der Zunge entsprechen den fortlaufenden Filmbildern (der Kopf wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit viermal untereinander gezeichnet).

Die Bilder 1–3 zeigen, wie sich die Zunge der Pipettenspitze nähert; die Zungenspitze ist dabei nach rückwärts gekrümmt. Bei Bild 4 nimmt die Zunge den Flüssigkeitstropfen von der Pipette auf. Auch die Bilder 5–6 zeigen noch eine ähnliche Position der Zunge, nur mit veränderter Stellung der Spitze. Die Rückholbewegung wird erst auf Bild 7 deutlich. Anschließend erfolgt eine Art Zungenschlag nach oben (8–9); nun erst (9–11) wird die Zunge über die Oberlippe gezogen und eingeholt (Gesamtdauer der Bewegung 204 ms).

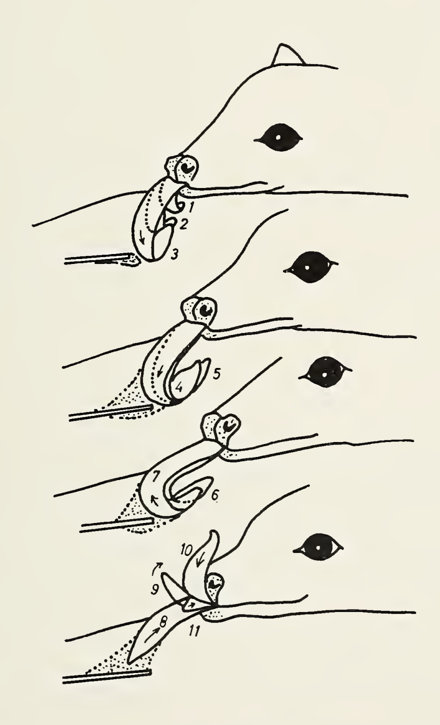


Abb. 6: Leckbewegungen der Zunge von *Megaloglossus* an einer Trinkpipette. Der Kopf des Tieres liegt mit dem Unterkiefer auf der Hand auf. Zur besseren Übersicht wurden die 11 aufeinanderfolgenden Bilder auf 4 Zeichnungen verteilt (Zungenpositionen 1–11, 54 B/s).

Der Kopf des Tieres wurde bei diesem Versuch in der Hand gehalten (Unterkiefer auf dem Daumen), so daß sich der Flüssigkeitstropfen auch auf der Hand ausbreitete (punktiert). Das Tier reagierte darauf stets mit links und rechts gerichteten Wischbewegungen der Zunge; auch dabei wird das Honigwasser von der Zungenspitze festgehalten. Die starke Krümmung der Zungenspitze fällt auch bei diesen Bewegungen auf.

Diskussion

In den beiden Unterordnungen der Chiropteren, bei Fledermäusen und Flughunden, entwickelte sich konvergent die Fähigkeit zum Blütenbesuch und zur Ernährung mit Nektar und Pollen. Diese Entwicklung vollzog sich zweimal und unabhängig voneinander bis zu dem Verhältnis einer Symbiose: Während die Fledertiere ihre Nahrung von den Pflanzen beziehen, erfolgt gleichzeitig die Pollenübertragung von Blüte zu Blüte. Fledermäuse und Flughunde, aber auch die Blüten, haben sich an diese Wechselbeziehung physiologisch, morphologisch und in ihrem Verhalten weitgehend angepaßt. In der Art einer „Erwiderungsevolution" spricht man von Blumenfledermäusen und Fledermausblumen. Ihre wichtigsten Merkmale sind:

Fledermausblumen	Blumenfledermäuse
Nachtblüher	dunkelaktiv
stark duftend	gut ausgeprägtes Riechorgan
große, feste Blüten oder Blütenstände	kleine leichte Körper zur Landung auf den Blüten
	Entwicklung zum Schwirrflug
starke Nektarabsonderung	extrem langer Kopf zum Eintauchen in die Blüte, sowie extrem verlängerte und stark
Stellung der Staubgefäße und der Narbe	bewegliche Zunge mit Haarpapillen zur Aufnahme des Nektars und des Pollens
	Reduktion der Molaren, Einschränkung der Kaufunktion

In den beiden Unterfamilien Glossophaginae und Macroglossinae erreicht die Entwicklung zum Blütenbesuch ihren Höhepunkt. Dies zeigt sich einerseits in dem kolibrihaften Schwirrflug vor den Blüten bei *Glossophaga soricina* (v. Helverson & v. Helverson 1975), wie auch bei den gewandten Trinkbewegungen der afrikanischen Langzungenflughunde. Bei den Megachiropteren läßt sich der Grad der Evolution auch noch bei den rezenten Formen nachvollziehen. Eisentraut (1945) stellt eine noch ganz einseitige Beziehung gegenüber Blütennahrung an den Anfang. Flughunde der Gattungen *Pteropus, Eidolon, Epomophorus* und *Rousettus* sind überwiegend Früchtefresser; sie werden aber wohl von stark duftenden Blüten angelockt und verzehren dann deren fleischige Blätter. Allein für *Rousettus* lassen sich 10 verschiedene Blütenarten hierfür anführen (Kulzer 1979). Diese Flughunde fressen und zerstören Blüten ohne Rücksicht auf Bestäubung, die dabei nur zufällig erfolgen kann. Ein Blütenbesuch ohne Zerstörung der Blüte wurde schon von McCann (1932) in anschaulicher Weise von dem Kurznasenflughund *Cynopterus sphinx* an *Kigelia pinneata* (Leberwurstbaum) beschrieben. Dieser kleine Flughund landet kurzfristig an der Blüte und hinterläßt dabei Kratzspuren auf den Blättern. Er streckt den Kopf in den Blütenkelch und nimmt dabei Nektar und Pollen auf. Durch das Gewicht des Flughundes neigt sich die Blüte nach abwärts, und der am Blüten-

grund stehende Nektar fließt nach vorne, so daß er aufgeleckt werden kann. Währenddessen laden die Antheren Pollen auf die Kopfhaare des Flughundes ab, der auf die nächstfolgende Blüte übertragen wird.

In einer Freilanduntersuchung hat Gould (1978) den Blütenbesuch von *Eonycteris spelaea* an *Oroxylum indicum* (Bignoniaceae) beobachtet und analysiert. Dabei zeigte sich, daß während der ersten Anflugphase die Blüten noch nicht so weit geöffnet waren, daß die Flughunde den Nektar erreichen konnten. Erst während einer zweiten Anflugphase gelangten sie mit dem Kopf so tief in die Blüte hinein, daß der Zugang zum Nektar frei war. Bei der Landung umgreifen die Flughunde mit den Daumenkrallen den Blütenkelch und halten sich auch noch mit den Hinterfüßen daran fest. Die Blüte ist zwar kräftig genug, um den Flughund zu tragen, sie biegt sich aber abwärts. Erst durch diese Stellungsänderung gelingt es dem Tier, den Nektar herauszuholen. Die Zahl der Anflüge pro Nacht und die Verweildauer auf einer Blüte hängen in erster Linie von der Nektarproduktion ab. Mit präparierten Zuckerlösungen, die in die Blüten eingefüllt wurden, konnte die aufgenommene Nahrungsmenge ermittelt werden. Sie betrug 0,05 ml/s (0,04–0,15). Da die Blüte selbst etwa 1,8 ml Nektar produzieren kann, müßte sie 36 mal aufgesucht werden (bei 1 Sek. Landedauer), um allen Nektar herauszuholen.

Der afrikanische Langzungenflughund zeigt alle wichtigen Merkmale eines blütenbesuchenden Flughundes: Seine Zunge ist zum Nektartrinken geeignet. Sie besitzt dafür einen hochsaugfähigen Filz aus Haarpapillen an der Zungenspitze, in dem sich die Flüssigkeit fängt. Dies läßt sich sogar noch an der fixierten Zunge zeigen. Ein Vergleich mit den neotropischen Blütenvampiren, insbesondere mit *Glossophaga soricina* bietet sich an, zumal hierüber ebenfalls Filmaufnahmen über das Nektarsaugen vorliegen (v. Helverson & v. Helverson 1975).

In Abb. 2 a, b sind die Papillenmuster der Zungen von *Megaloglossus* und *Glossaphaga* in gleicher Größe nebeneinander dargestellt. In beiden Fällen trägt die Zungenspitze links und rechts lange Haarpapillen, bei *Glossophaga* sehr deutlich durch eine lange mediane Furche (bis zu einer Breite von 0,75 mm) in zwei Felder getrennt. Während bei *Megaloglossus* diese Papillen zur Medianlinie und auch dorsalwärts streichen und sich dabei in der Mitte sogar noch überdecken, sind sie bei *Glossophaga* streng gescheitelt (Abb. 3 a, b). Im vorderen Bereich zeigen ihre Spitzen zunächst dorsal- und lateralwärts. Im zweiten Drittel der Zungenspitze wenden sie sich wieder medianwärts genau auf die Furche zu. Bei *Glossophaga* wie auch bei *Megaloglossus* dienen diese Haarpapillen zur Nektaraufnahme. Sie halten die Flüssigkeit in den Zwischenräumen solange fest, bis sie in den Mundraum eingeführt wird. Auch am toten Tier saugen die Haarpapillen noch wie ein Schwamm Flüssigkeit an.

Der mittlere Bereich der Zunge beginnt wiederum bei beiden Arten mit den zwei- und dreigezackten Papillen; bei *Glossophaga* sind sie nur auf ein kleines Feld beschränkt; sie verschließen mit den nach dorsal gerichteten Zähnchen (wie ein Ventil) die mediane Furche von hinten. Bei *Megaloglossus* bilden diese Papillen dagegen ein großes rautenförmiges Feld. Der Zungenrücken ist im mittleren und dorsalen Bereich wiederum bei beiden Arten von kleinen Papillen besetzt, die dachziegelartig angeordnet sind und über dem Zungenrücken eine Art Schuppenkleid bilden (Abb. 3 a, b). Sie sind dorsalwärts gezackt oder gefranst und richten den Flüssigkeitsstrom direkt auf die Schlundöffnung zu. Die Übereinstimmung im Papillenmuster zeigt sich auch noch in der lateralen Schlundregion. Bei beiden Arten umstehen verschieden große spitze Papillen den vorderen Schlundbereich, der die Nahrung vor dem Schlucken aufnimmt. Ein nahezu identisches Papillenmuster zeigen auch noch andere Arten der Blumen-Vampire (Park & Hall 1951, Cockrum & Hayward 1962, Howell 1972, Greenbaum & Phillips 1974, Howell & Hodgkin 1976).

Ein Vergleich der Zungenbewegungen von *Megaloglossus* und *Glossophaga* zeigt in der Vielseitigkeit große Übereinstimmung. Die rasche Aufnahme des Nektars dürfte dabei für die im Schwirrflug vor den Blüten verharrenden *Glossophaga* (v. Helverson & v. Helverson 1975) noch wichtiger sein als für die auf den Blüten landenden Flughunde.

In beiden Unterordnungen zeigt sich ein hoher Grad an Konvergenz: Die morphologische und physiologische Anpassung sowie die typischen Verhaltensweisen blütenbesuchender Arten sind bei *Megaloglossus* und *Glossophaga* ähnlich. *Glossophaga* übertrifft den Flughund durch die Fähigkeit zum Schwirrflug. *Megaloglossus* ist, wie auch die anderen Vertreter der Macroglossiniae, zu einem komplizierten Landemanöver gezwungen. Auf diese Belastung der Blüte hat sich aber die Pflanze eingestellt. Sie gibt den Nektar erst in einer bestimmten Blütenposition frei (McCann 1932, Van der Pijl 1969, Kock 1972, Start 1974, Gould 1978) und garantiert damit auch die Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte.

Zusammenfassung

Die Zungenoberfläche des Langzungenflughundes *Megaloglossus woermanni* ist in hohem Grade an die Aufnahme von Nektar aus Blüten angepaßt. Die Zungenspitze trägt zahlreiche Reihen von haarartigen Papillen, die gegen den Zungengrund nach rückwärts und gegen die Medianlinie der Zunge gerichtet sind. Diese Papillen sind 0,7 mm lang, an der Basis bis 0,2 mm breit und schuppenartig abgeflacht. An der Seite der Zunge werden sie kürzer. Die große Zahl der haarartigen Papillen ergibt eine filzartige Struktur, in der sich der Nektar verfängt. Diese anatomischen Strukturen sind mit der Zungenoberfläche der nektartrinkenden Neuweltfledermäuse, insbesondere *Glossophaga soricina,* prinzipiell ähnlich. Durch Filmaufnahmen an gefangenen Langzungenflughunden konnten die schnellen Zungenbewegungen beim

Trinken von Honigwasser registriert werden. Die durchschnittliche Zahl der Leckbewegungen pro Sek. (aus dem Reagenzglas) beträgt 7 und die dabei aufgenommene Flüssigkeitsmenge etwa 0,18 ml.

Summary

The dorsal surface of the tongue of *Megaloglossus woermanni,* the African long-tongued fruitbat, is highly adapted to nectar-drinking. The anterior tip of the tongue is covered by rows of hair-like papillae which project posteriorly. The filiform papillae are 0,7 mm in length and 0,2 mm in width (at their base). They become shorter at the lateral surface of the tongue. The many filiform papillae not only occupy a large area on the tip of the tongue, the very short distances between them (0,2 mm) cause a felt-like structure in which the nectar is caught. These anatomical structures are generally similar to the surface of the tongue of the New World nectar-feeding bats, especially in *Glossophaga soricina*. The quick movements of the tongue of *Megaloglossus woermanni* could be shown by motion pictures. Using honey-water as food, the fruitbats made 7 licking movements/sec.; the amount of fluid withdrawn from a glass tube was 0,18 ml/sec.

Literatur

Ayensu, S. E. (1974): Plant and bat interactions in West Africa. — Ann. Missouri bot. Gard. 61: 702–722.

Brosset, A. (1966 a): Les Chiropteres du Haut-Ivindo (Gabon). — Biologia gabonica 2: 47–86.

— (1966 b): La biologie des Chiropteres. — Masson, Paris.

Cockrum, E. L., & B. Hayward (1962): Hummingbird bats. — Nat. Hist. 71: 39–44.

Coe, M. (1975): Mammalian ecological studies on Mount Nimba, Liberia. — Mammalia 39: 523–588.

Eisentraut, M. (1956): Der Langzungenflughund *Megaloglossus woermanni,* ein Blütenbesucher. — Z. Morph. Ökol. Tiere 45: 107–112.

— (1945): Biologie der Flederhunde (Megachiroptera). — Biologia generalis (Wien) 18: 327–435.

— (1963): Die Wirbeltiere des Kamerungebirges. — Parey, Hamburg & Berlin.

Gould, E. (1978): Foraging behavior of Malaysia nectar-feeding bats. — Biotropica 10 (3): 184–193.

Greenbaum, I. F., & C. J. Phillips (1974): Comparative anatomy and general histology of the tongues of long-nosed bats (*Leptonycteris sanborni* and *L. nivalis*) with reference to infestation of oral mites. — J. Mammal. 55: 489–504.

Happold, D. C. D., & M. Happold (1978): The fruit bats of Western Nigeria. — Nigerian Field 18: 31–37, 72–77, 121–127.

Helverson, O. v., & D. v. Helverson (1975): *Glossophaga soricina* (Phyllostomatidae), Nahrungsaufnahme (Lecken). — Encyclopaed. Cinemat. (Wolf, G., Ed.) (E. 1837, 1975), Göttingen.

Howell, D. J. (1972): Adaptive morphology of the tongue of nectar-feeding bats. — Bat Research News 13 (4): 64.

— (1974): Bats and pollen: Physiological aspects of the syndrome of Chiropterophily. — Comp. Biochem. Physiol. 48A: 263–276.

— & N. Hodgkin (1976): Feeding adaptations in the hairs and tongues of nectar-feeding bats. — J. Morph. 148: 329–336.

Kock, D. (1972): Fruit bats and bat flowers. — Bull. E. Afr. nat. Hist. Soc. 1972: 123–126.

Kulzer, E. (1979): Physiological ecology and geographical range in the fruit-eating cave bat genus *Rousettus* Gray 1821 — A review. — Bonn. zool. Beitr. 30: 233–275.

— & R. Storf (1980): Schlaflethargie beim afrikanischen Langzungenflughund *Megaloglossus woermanni* Pagenstecher, 1885. — Z. Säugetierkd. 45: 23–29.

McCann, C. (1932): On the fertilization of the flowers of the sausage tree (*Kigelia pinnata* DC) by bats. — J. Bombay nat. Hist. Soc. 35: 467–471.

Park, H., & E. R. Hall (1951): The gross anatomy of the tongues and stomachs of eight New World bats. — Trans. Kans. Acad. Sci. 54: 64–72.

Rosevear, D. R. (1965): The bats of West Africa. — Brit. Mus. Nat. Hist., London.

Start, A. (1974): The feeding biology in relation to food sources of nectarivorous bats (Chiroptera: Macroglossinae) in Malaysia. — Thesis Univ. Aberdeen, 269 pp.

Van der Pijl, L. (1969): Evolutionary action of tropical animals on the reproduction of plants. — Biol. J. Linn. Soc. 1: 85–96.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. E. Kulzer, Abtl. Physiologische Ökologie am Institut für Biologie III (Lehrstuhl Zoophysiologie), Auf der Morgenstelle 28, D 7400 Tübingen.